



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00932**

(22) Data de depozit: **16.11.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.05.2012** BOPI nr. **5/2012**

(41) Data publicării cererii:
30.08.2011 BOPI nr. **8/2011**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL DE PROIECTĂRI PENTRU
MAȘINI ELECTRICE ICPE - ME S.A.,
BD.TUDOR VLADIMIRESCU NR.45,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:

• **TUDORACHE TIBERIU, STR.MOINEȘTI
NR.5, BL.130, SC.A, AP.33, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPESCU MIHAIL, STR.FLOARE ROȘIE
NR.4, BL.55, SC.1, ET.1, AP.5, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RO 118240 B; JP 2007189830 A;
JP 2009089515 A**

(54) **MIEZ MAGNETIC STATORIC PENTRU MAȘINI SINCRONE CU
MAGNEȚI PERMANENȚI**



RO 126618 B1

1 Inventția se referă la un miez magnetic statoric, folosit la construcția mașinilor
2 electrice sincrone cu magneți permanenți, având cuplu parazit redus.

3 Mașinile electrice de tip sincron, ce utilizează magneți permanenți în construcția
4 inductorului, sunt tot mai frecvent utilizate în industrie, în special, datorită randamentului
5 ridicat și a densității mari de energie pe unitatea de volum. Aplicațiile având la bază mașini
6 sincrone cu magneți permanenți sunt extrem de numeroase în gama de puteri mici și foarte
7 mici, tendința actuală fiind de extindere a domeniului lor de utilizare către game de puteri din
8 ce în ce mai ridicate (generatoare eoliene, motoare de tracțiune etc.).

9 Un dezavantaj al mașinilor sincrone cu magneți permanenți este reprezentat de
10 existența cuplurilor de agățare (cupluri parazite) care afectează în mod negativ funcționarea
11 optimă a acestora. Cuplurile de agățare sunt datorate atracției reciproce dintre magneții
12 permanenți montați pe rotor și armătura magnetică statorică. Fenomenul de atracție reci-
13 procă apare datorită structurii magnetice anizotrope a miezului statoric, ca urmare a
14 prezenței creștăturilor deschise sau semideschise, în care sunt montate înfășurările sta-
15 torice. Interacțiunea dintre magneții permanenți rotorici și miezul magnetic statoric anizotrop
16 spre întrefier conduce la obținerea unor direcții preferențiale de energie magnetică minimă,
17 în lungul cărora rotorul mașinii tinde să se alinieze.

18 Se cunosc mai multe soluții constructive de reducere a cuplului parazit, datorat pre-
19 zenței magneților permanenți și a circuitelor magnetice cu reluctanță variabilă. În T.
20 Tudorache, L. Melcescu, M. Popescu, M. Cistelean, *Finite Element Analysis of Cogging*
21 *Torque in Low Speed Permanent Magnets Wind Generators*, ICREPQ 2008, Santander,
22 Spania, se prezintă o soluție tehnică de reducere a cuplurilor parazite prin înclinarea
23 creștăturilor statorice. Această soluție de reducere a cuplului de agățare are o eficiență
24 limitată și determină complicații tehnologice, suplimentare, la împachetarea tolelor statorice.

25 În M. Lukaniszyn, R. Wrobel, M. Jagiela, *A Method for Reduction of Cogging Torque*
26 *in PM Machines Using Stepped Magnets*, ISEF 2003, Maribor, Slovenia, se propune
27 înclinarea magneților rotorici, pentru reducerea cuplurilor parazite la mașina sincronă cu
28 magneți permanenți. Această soluție determină inconveniente de natură tehnologică,
29 magneții fiind împărțiți în acest caz, în direcție axială, în mai multe segmente decalate
30 geometric, efectul metodei fiind similar cu cel al înclinării creștăturilor statorice. În plus,
31 fluxurile de dispersie dintre polii magnetici ai inductorului cresc cu înclinarea magneților, iar
32 inducțiile obținute în întrefier sunt mai reduse.

33 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la reducerea semnificativă a
34 cuplurilor parazite la mașinile sincrone cu magneți permanenți, în construcție normală.
35 Miezul magnetic statoric, pentru mașini electrice sincrone cu magneți permanenți, conform
36 invenției, înlătură dezavantajele soluțiilor prezentate mai sus, prin aceea că este constituit
37 din două coroane cilindrice, separate, una fiind coroană cu dinți, iar cealaltă fiind coroană
38 de închidere a creștăturilor, coroana cu dinți fiind plasată la interior și formată din dinții stato-
39 rului și punțile interdentare din zona istmurilor statorice, iar coroana de închidere a
40 creștăturilor este plasată la exterior, având și rol de jug statoric; atât coroana cu dinți, cât și
41 coroana de închidere a creștăturilor se pot realiza din tole izolate.

Printre avantajele obținute prin aplicarea invenției, se pot enumera:

- 42 - asigurarea unei structuri statorice aproximativ izotrope din punct de vedere mag-
43 netic spre întrefier;
- 44 - reducerea drastică a cuplului de agățare al mașinii sincrone cu magneți permanenți;
- 45 - tehnologie simplă de fabricație/asamblare a subansamblului stator;
- 46 - păstrarea liniei clasice de fabricație a mașinii sincrone, gradul de complexitate al
47 construcției fiind păstrat în limite normale, similar tehnologiei clasice;

RO 126618 B1

- reducerea timpilor de realizare a bobinajelor statorice în comparație cu varianta miezurilor statorice cu creștături închise, realizate dintr-o singură coroană cilindrică;	1
- reducerea timpilor de realizare a subansamblului rotor în comparație cu soluția de înclinare a magnetilor.	3
Se dau în continuare trei exemple nelimitative, în legătură cu fig. 1...7, care reprezintă:	5
- fig. 1, vedere miez magnetic statoric, conform variantei cu pene din materiale compozite;	7
- fig. 2, vedere miez magnetic statoric, conform variantei cu o coroană cilindrică de închidere a creștăturilor, montată la interior;	9
- fig. 3, vedere miez magnetic statoric, conform variantei cu o coroană cilindrică din mai multe sectoare de coroană cilindrică, montate la interior;	11
- fig. 4, vedere miez magnetic statoric, conform invenției;	13
- fig. 5, vedere în secțiune coroană cilindrică interioară a miezului magnetic statoric, conform invenției;	15
- fig. 6, vedere în spațiu coroană cilindrică interioară a miezului magnetic statoric, conform invenției;	17
- fig. 7, vedere în spațiu coroană cilindrică exterioară a miezului magnetic statoric, conform invenției.	19
În prima variantă constructivă, fig. 1, penele realizate uzual din materiale electroizolante sunt înlocuite cu penele 2 , executate din materiale magnetic moi, compozite, având o formă geometrică care permite închiderea istmului creștăturii, reținerea înfășurării 3 în creștătură și asigurarea unei structuri aproape izotrope, din punct de vedere magnetic, a miezului statoric, fără direcții de aliniere preferențiale ale inductorului mașinii electrice.	21
Cea de-a doua variantă, fig. 2 și 3, constă într-o construcție specială a miezului statoric 1 , cu creștături deschise spre întrefier, care ulterior sunt închise prin intermediul unei coroane cilindrice 4 , realizată din materiale magnetic moi, compozite. Coroana cilindrică se fixează de pachetul statoric prin lipire, aceasta putând fi construită dintr-o singură bucată sau din mai multe sectoare de coroană cilindrică 5 și 6 , fixate, fiecare în parte, de pachetul statoric și între ele prin lipire. Structura rezultată se consolidează suplimentar, din punct de vedere mecanic, prin procedeul de impregnare aplicat ulterior întregului subansamblu stator. Forma geometrică particulară a sectoarelor de coroană cilindrică 5 și 6 împiedică în mod natural deplasarea acestora spre întrefier. Această soluție permite utilizarea tehnologiei clasice de bobinare a statorului, creștăturile statorice fiind închise ulterior prin intermediul coroanei 4 (sau prin intermediul sectoarelor de coroană cilindrică 5 și 6), realizate din materiale magnetic moi, compozite. Astfel, structura magnetică a miezului statoric spre întrefier, obținută prin adoptarea acestei soluții constructive, este relativ izotropă, determinând cupluri de agățare reduse. Datorită tehnologiilor avansate de elaborare existente, materialele magnetic moi compozite permit la ora actuală turnarea cu ușurință în forme complexe, prezintă o bună prelucrabilitate mecanică prin așchiere și pot fi utilizate eficient la realizarea coroanei sau sectoarelor de coroană pentru închiderea creștăturilor statorice a mașinilor electrice.	23
Miezul magnetic statoric, prezentat schematic în fig. 4...7, este constituit din două coroane cilindrice, o coroană interioară cu dinți 8 și o coroană exterioară de închidere a creștăturilor 7 . Coroana interioară cu dinți 8 este formată din dinți 9 și din punțile interdentare 10 . Atât coroana exterioară de închidere 7 , cât și coroana interioară cu dinți 8 sunt construite din tole din oțel electrotehnic. Coroana exterioară de închidere 7 se fixează de coroana	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 126618 B1

- 1 interioară cu dinți **8**, prin lipire. Structura rezultată se consolidează suplimentar, din punct de vedere mecanic, prin procedeul de impregnare aplicat ulterior întregului subansamblu stator.
- 3 Această soluție permite utilizarea tehnologiei clasice de bobinare a statorului, creștăturile statorice **3** fiind închise ulterior prin intermediul coroanei exterioare de închidere **7**. Astfel,
- 5 structura magnetică a miezului statoric spre întrefier este aproximativ izotropă, determinând cupluri de agățare reduse.
- 7 Prin construcția propusă conform invenției, se reduce nivelul anizotropiei magnetice a miezului statoric spre întrefier, datorită închiderii creștăturilor prin intermediul punților
- 9 interdentare din zona istmurilor, reducându-se astfel principala cauză de apariție a cuplului de agățare. Funcționarea mașinii care utilizează un miez statoric construit conform invenției
- 11 este identică cu cea a unei mașini sincrone clasice, însă cu un cuplu de agățare sensibil mai redus, fapt confirmat de autori prin simulări numerice.

RO 126618 B1

Revendicare

Miez magnetic statoric, pentru mașini sincrone cu magneți permanenți, în scopul reducerii cuplului parazit din mașina sincronă cu magneți permanenți, **caracterizat prin aceea că** este constituit din două coroane cilindrice, o coroană interioară (**8**) cu dinți, formată din niște dinți statorici (**9**) și niște punți interdentare (**10**), și o coroană exterioară (**7**) de închidere a creștăturilor (**3**), coroană exterioară (**7**) având și rol de jug statoric, iar coroana exterioară (**7**), cât și coroana interioară (**8**) sunt realizate din tole, construcția în ansamblu asigurând o structură aproximativ izotropă, din punct de vedere magnetic, a miezului statoric spre întrefier, coroana exterioară (**7**) fiind adăugată după operația de bobinare a statorului, iar cele două coroane (**7** și **8**), împreună cu bobinajul statoric, fiind supuse în final unei operații de impregnare.

(51) Int.Cl.

H02K 1/16 (2006.01),

H02K 21/00 (2006.01)

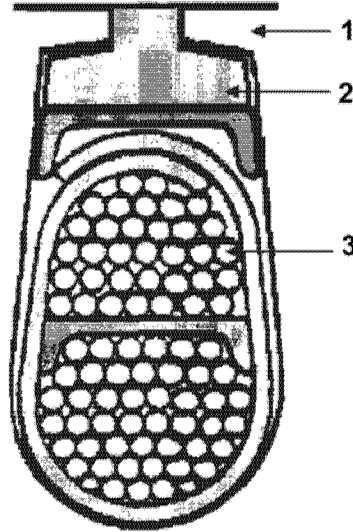


Fig. 1

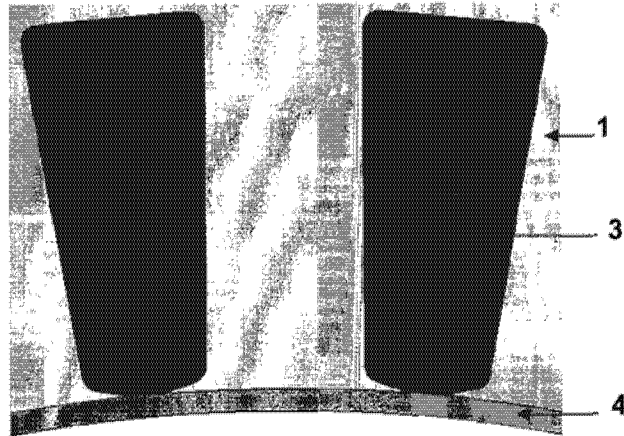


Fig. 2

(51) Int.Cl.

H02K 1/16 (2006.01),

H02K 21/00 (2006.01)

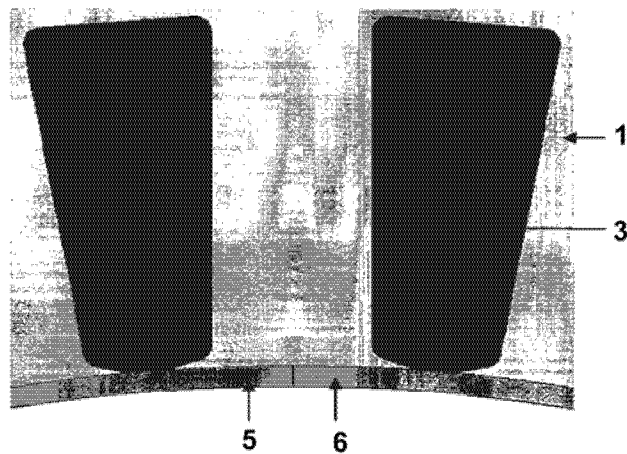


Fig. 3

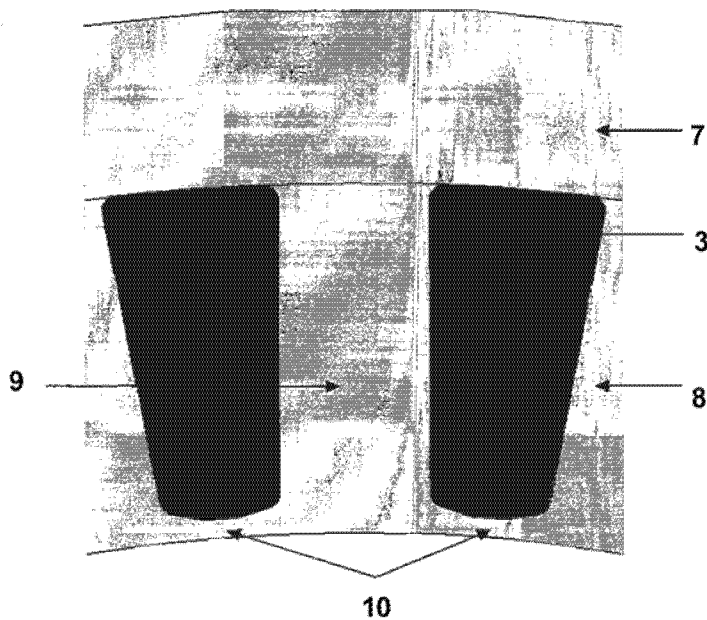


Fig. 4

(51) Int.Cl.

H02K 1/16 (2006.01),

H02K 21/00 (2006.01)

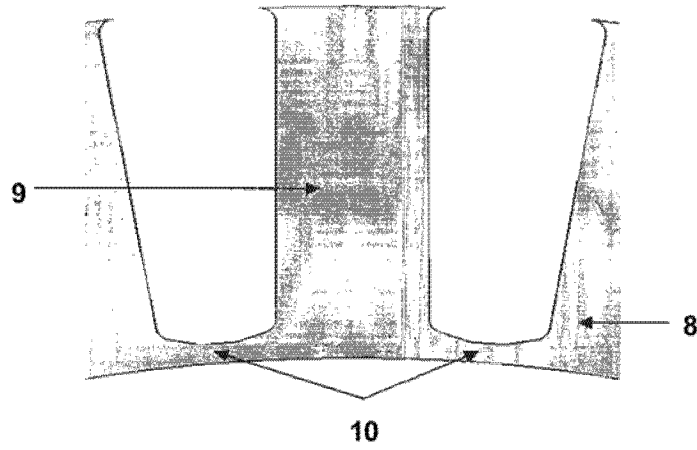


Fig. 5

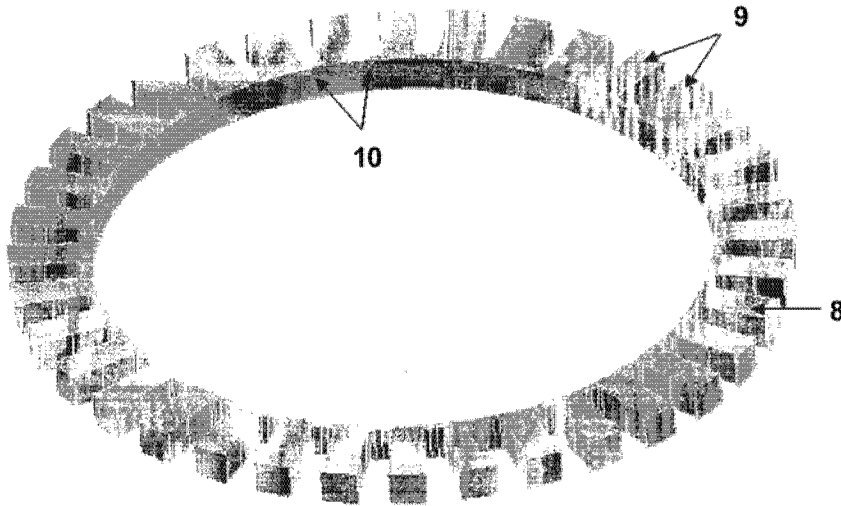


Fig. 6

(51) Int.Cl.

H02K 1/16 (2006.01),

H02K 21/00 (2006.01)

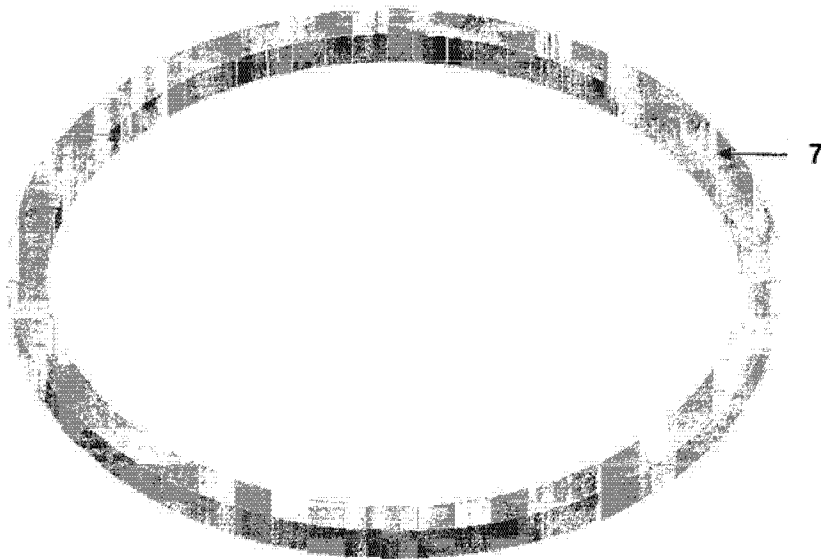


Fig. 7



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 278/2012